



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Агеев Ярослав Олегович**

Класс: 8

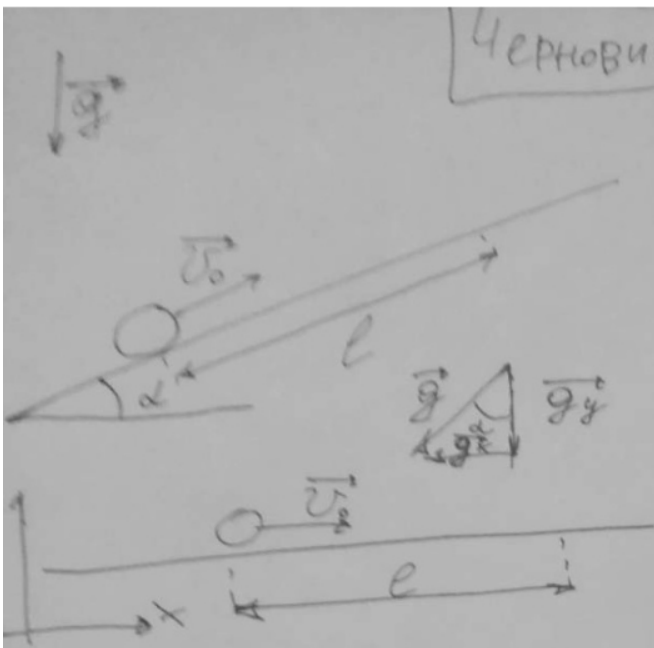
Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 0

	1	2	3	4	Σ
Задача	25	25	25	25	<i>100</i>
Вопрос					

Черновик



$$t_1 = 1c$$

$$t_2 = 2c$$

$$\vec{g}_x = \vec{g} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\vec{g}_y = \vec{g} \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

~~$$l = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$~~

$$l = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

$$l = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

~~$$l = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$~~

$$\begin{cases} v_0 t_1 - l = \frac{g \operatorname{tg} \alpha}{2} t_1^2 \\ v_0 t_2 - l = \frac{g \operatorname{tg} \alpha}{2} t_2^2 \end{cases}$$

$$\frac{v_0 t_1 - l}{v_0 t_2 - l} = \frac{t_1^2}{t_2^2} \Rightarrow v_0 t_1 t_2^2 - l t_2^2 = v_0 t_2 t_1^2 - l t_1^2$$

~~$$v_0 t$$~~

$$v_0 t_1 t_2 (t_2 - t_1) = l (t_1^2 - t_2^2)$$

$$v_0 = \frac{l (t_1^2 - t_2^2)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$$

$$v_0 = \frac{0,6 \cdot (2^2 - 1^2)}{2 \cdot 1 \cdot (2 - 1)} = \frac{0,6 \cdot 3}{2} = 0,3 \cdot 3 = 0,9 \frac{m}{c}$$

Черновик

$$Q = \lambda \Delta m; \quad (m_A + m_B - \Delta m) g = \frac{P_B}{P_A} g (m_A - \Delta m);$$

$$m_A + m_B - \Delta m = \frac{P_B}{P_A} m_A - \frac{P_B}{P_A} \Delta m;$$

$$\Delta m \left(\frac{P_B - P_A}{P_A} \right) = m_A \left(\frac{P_B - P_A}{P_A} \right) - m_B = \frac{m_A(P_B - P_A) - m_B P_A}{P_A}$$

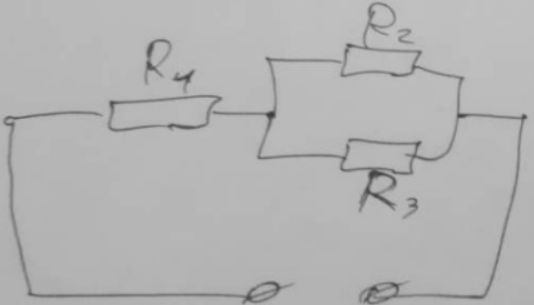
$$\Delta m = m_A - m_B \frac{P_A}{P_B - P_A}$$

$$\begin{array}{r} 340 \\ \times 55 \\ \hline 1700 \\ + 1700 \\ \hline 18700 \end{array}$$

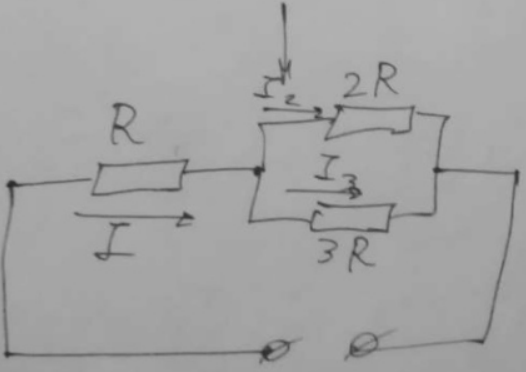
$$Q = \lambda \left(m_A - m_B \frac{P_A}{P_B - P_A} \right)$$

$$Q = 340 \frac{1000}{2} \cdot \left(100 - 52 \cdot \frac{0.9}{1-0.9} \right) = 340 \cdot (100 - 45)$$

$$Q = 340 \cdot 55 = 18700 \text{ Дж} = 18,7 \text{ кДж}$$



- $R_1 = 1\Omega = R$
- $R_2 = 2\Omega = 2R$
- $R_3 = 3\Omega = 3R$



$$N_1 = I^2 R$$

$$\begin{cases} I_2 + I_3 = I \\ 2I_2 R = 3I_3 R \end{cases}$$

$$I_3 = \frac{2}{3} I_2$$

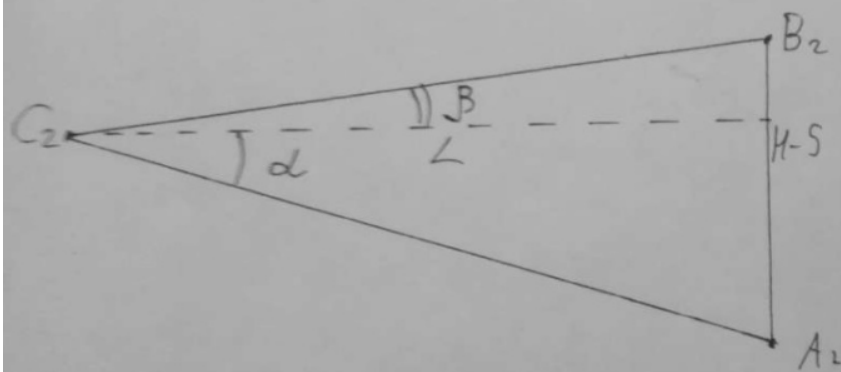
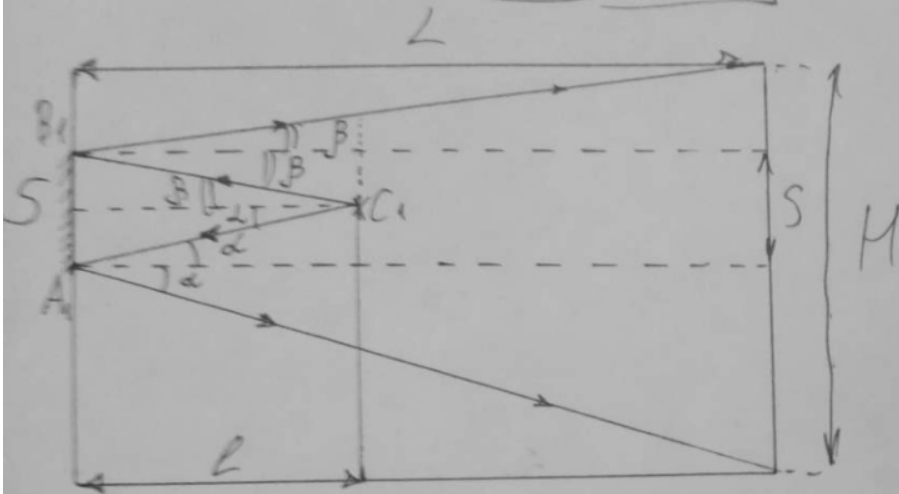
$$I_2 + \frac{2}{3} I_2 = I$$

$$\frac{5I_2}{3} = I \Rightarrow I_2 = \frac{3}{5} I$$

$$N_2 = \frac{9}{25} I^2 R = \frac{9}{25} N_1 = 9 \text{ Вт}$$

ЧЕРТОВИК

3 из 3



$$\begin{array}{r} 6 \overline{) 7} \\ \underline{0} \\ 60 \\ \underline{26} \\ 40 \\ \underline{35} \\ 50 \end{array}$$

$$\triangle A_1 B_1 C_1 \sim \triangle A_2 B_2 C_2$$

$$\frac{l}{S} = \frac{L}{H-S}$$

$$(H-S)l = LS$$

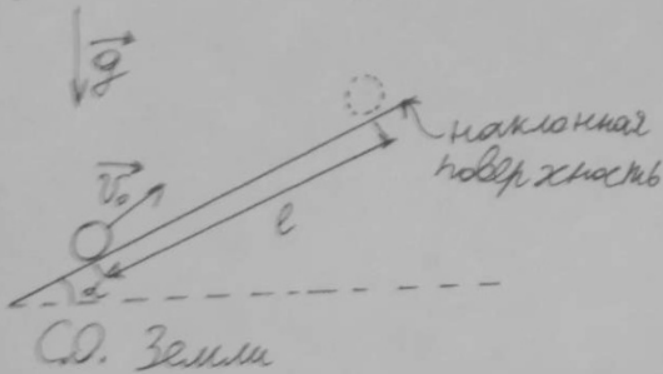
$$S(L+l) = Hl$$

$$S = \frac{Hl}{L+l} = \frac{3 \cdot 2}{5+2} = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,86 \text{ м.}$$

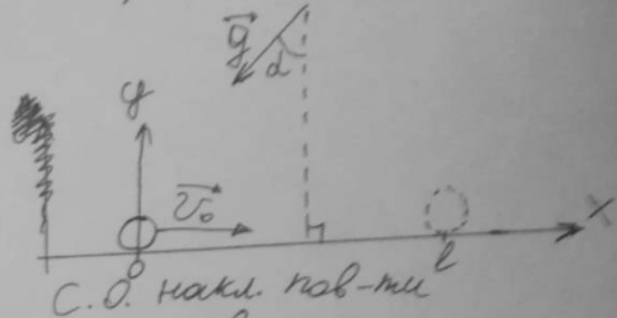
ЧИСТОВИК

Задача 1

Сделаем рисунок:



Перейдём в систему отсчёта наклонной поверхности:



в системе отсчёта наклонной поверхности и выберем оси ox и oy . Тогда $\vec{g}_x = \vec{g} \cdot \text{tg} \alpha$ и $\vec{g}_y = \vec{g} \cdot \text{ctg} \alpha$; в проекции на ось $ox = -g \text{tg} \alpha$; $g_y = -g \text{ctg} \alpha$. В этой С.О. шарик движется вдоль ox ; по закону равноускоренного движения

$$l = v_0 t_1 - \frac{g_x t_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{g \cdot \text{tg} \alpha}{2} t_1^2;$$

$$l = v_0 t_2 - \frac{g_x t_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{g \cdot \text{tg} \alpha}{2} t_2^2.$$

$$\left. \begin{aligned} v_0 t_1 - l &= \frac{g \cdot \text{tg} \alpha}{2} t_1^2 \\ v_0 t_2 - l &= \frac{g \cdot \text{tg} \alpha}{2} t_2^2 \end{aligned} \right| \Rightarrow \frac{v_0 t_1 - l}{v_0 t_2 - l} = \frac{t_1^2}{t_2^2};$$

$$v_0 t_1 t_2^2 - l t_2^2 = v_0 t_1^2 t_2 - l t_1^2;$$

$$v_0 t_1 t_2 (t_2 - t_1) = l (t_2^2 - t_1^2). \text{ Тогда:}$$

$$\boxed{v_0 = \frac{l(t_2^2 - t_1^2)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}} = \frac{0,6 \text{ м} \cdot ((20)^2 - (10)^2)}{10 \cdot 20 \cdot (20 - 10)} = \frac{0,6 \text{ м} \cdot 300}{200} = 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\boxed{v_0 = 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

Чистовик

Лист 2 из 4

Задача 2

Чтобы кусок льда с градинкой не начал таять, часть льда должна растаять. $Q = \lambda \cdot \Delta m$, где Δm - масса растаявшего льда. В этом

коллекте $F_{\text{Арх}} = F_{\text{тяж}}$. $F_{\text{тяж}} = (m_{\text{л}} + m_1 - \Delta m) g$ - сила тяжести, действующая на лёд с градинкой; $F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{в}} \cdot \left(\frac{m_1 - \Delta m}{\rho_{\text{л}}} \right) g$ - сила Архимеда,

действующая на ^{объём льда} ~~на~~ лёд. Имеем:
 $Q = \lambda \cdot \Delta m$;
 $(m_{\text{л}} + m_1 - \Delta m) = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} (m_1 - \Delta m) \Rightarrow \Delta m = m_1 - m_{\text{л}} \cdot \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}$

Подставим: $Q = \lambda \left(m_1 - m_{\text{л}} \cdot \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} \right)$.

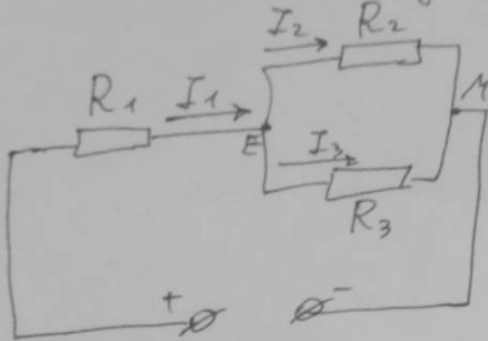
$$Q = 340 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \left(100 \text{ г} - 52 \cdot \frac{0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} - 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \right) = 340 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot (100 - 45,2)$$

$$Q = 18700 \text{ Дж} = 18,7 \text{ кДж}$$

Чистовик

Лист 3 из 4

Задача 3



Обозначим ток рез:

$$R_1 - I_1;$$

$$R_2 - I_2; R_3 - I_3.$$

по первому правилу Кирхгофа для узла E:

$$I_1 = I_2 + I_3. \text{ Также } \varphi_E - \varphi_M = I_2 R_2 = I_3 R_3.$$

Выразим $I_3 = I_1 - I_2$ и подставим:

$$I_2 R_2 = (I_1 - I_2) R_3; I_2 (R_2 + R_3) = I_1 R_3 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3}.$$

по закону Джоуля-Ленца: ~~$N_1 = I_1^2 R_1$~~

$$\begin{cases} N_1 = I_1^2 R_1 \\ N_2 = I_2^2 R_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_2 = I_1^2 \cdot \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right)^2 \cdot R_2 \\ N_1 = I_1^2 R_1 \end{cases}; \text{ Разделим эти уравнения:}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{R_3^2 R_2}{(R_2 + R_3)^2 R_1} \Rightarrow N_2 = N_1 \cdot \frac{R_3^2 R_2}{(R_2 + R_3)^2 R_1}.$$

$$N_2 = 25 \text{ Вт} \cdot \frac{(3 \Omega)^2 \cdot 2 \Omega}{(3 \Omega + 2 \Omega)^2 \cdot 1 \Omega} = 25 \text{ Вт} \cdot \frac{9 \cdot 2}{25};$$

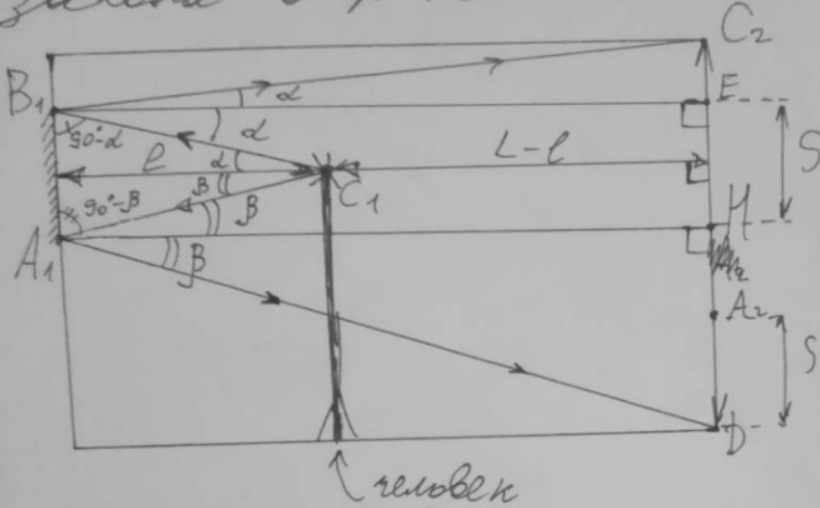
$$N_2 = 18 \text{ Вт}.$$

ЧИСТОВИК

Лист 4 из 4

Задача 4

Сделали рисунок и обозначили углы, эти rays на законе отражения света:

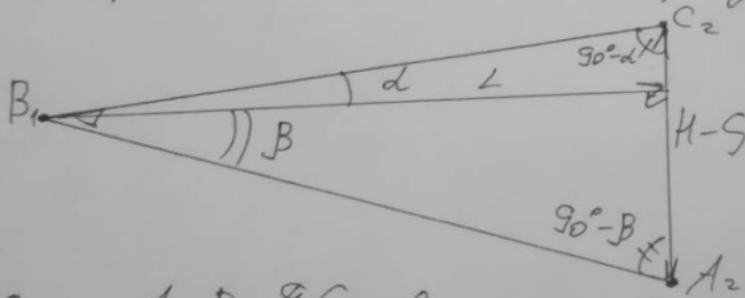


Рассмотрим $\Delta A_1 B_1 C_1$:
 Высота из вершины C_1 равна l , а сторона против вершины C_1 равна S .
 Точка A_2 такая, что $A_2 D = S$.

~~Тогда $A_2 B_1 \parallel A_1 D$ и $A_1 B_1 = A_2 D$~~

Тогда $A_2 B_1 \parallel A_1 D$, т.к. $B_1 A_1 \parallel A_2 D$ и $A_1 B_1 = A_2 D$

Посмотрим $\Delta A_2 B_1 C_2$ еще раз: параллельности $A_1 B_1 A_2 D$



~~$\Delta A_1 B_1 C_1 \sim \Delta A_2 B_1 C_2$~~
 $\Delta A_1 B_1 C_1 \sim \Delta A_2 C_2 B_1$
 по двум углам
 ($\angle C_2 = \angle B_1$ и $\angle A_1 = \angle A_2$)

В $\Delta A_2 B_1 C_2$ высота из вершины $B_1 = l$, а сторона против B_1 равна $H-S$. Тогда из подобия:

$$\frac{l}{S} = \frac{L}{H-S}; \quad l(H-S) = LS;$$

$$S(L+l) = Hl \Rightarrow \boxed{S = H \cdot \frac{l}{L+l}}$$

$$S = 3 \text{ м} \cdot \frac{2 \text{ м}}{5 \text{ м} + 2 \text{ м}} = \frac{6}{7} \text{ м} \approx 0,86 \text{ м}; \quad \boxed{S \approx 0,86 \text{ м}}$$

При $S < 0,86 \text{ м}$ крайние лучи не дойдут до C_2 и D , а при $S > 0,86 \text{ м}$ наблюдатель, ~~будет видеть~~
 обзор будет больше необходимого